

文章编号: 1671-6612 (2019) 02-148-04

太阳能新风系统设计与模拟分析

白广宇 庄卫东 孙海欣 江靖波

(黑龙江八一农垦大学工程学院 大庆 163319)

【摘要】 针对当前室内环境所面临的问题,开展了太阳能新风系统的设计。系统包括太阳能供电系统、新排风换热系统、空气过滤系统三个部分。运用 Fluent 软件对系统中气流的速度场和温度场进行了模拟分析。

【关键词】 太阳能新风系统; 太阳能供电; 新排风换热

中图分类号 TU831 文献标识码 B

Design and Simulation Analysis of Solar Energy Fresh Air System

Bai Guangyu Zhuang Weidong Sun Haixin Jiang Jingbo

(Engineering College of Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, 163319)

【Abstract】 Aiming at the current problems of indoor environment, the design of solar fresh air system is carried out. The system includes three parts: the solar power supply system, the new exhaust heat exchange system and the air filtration system. Fluent software is used to simulate the velocity and temperature fields of the airflow in the system.

【Keywords】 Solar energy fresh air system; Solar power supply; Exhaust heat exchange

0 引言

随着经济的快速增长,煤炭等化石能源的大量消耗,空气污染越发严重,室内空气污染源越来越多,经常出现的雾霾天气,空气中PM2.5浓度超标,这些都影响着人们的健康。在社会不断进步的同时,人们对生活品质的追求越来越高,IAQ(室内空气品质)这一概念开始出现,大家也逐渐认识到改善室内环境的重要性^[1]。通过研究分析逐渐形成了对建筑环境评价的综合体系,评价民用建筑环境主要从热湿环境、空气品质、光环境以及声环境等几个方面入手^[2],人们对现代化建筑的要求也已经不仅仅停留在热舒适这一简单的控制要求,室内空气品质成为重点关注问题,改善室内空气品质主要有控制污染源,通风和空气净化三个方面^[3]。一个人80%左右的时间都处在室内环境中,室内空气质量对人的健康有着很大的影

响,室内空气污染物主要有悬浮颗粒污染物和气体污染物^[4]。目前常用的通风手段以自然通风为主,最常见的自然通风方式就是开窗通风,开窗通风在室外空气污染不断加剧的今天显露了其弊端,另一方面,在冬季开窗通风所导致的室内热量的流失,增加了室内采暖热损失,也造成了大量能源的浪费。随着空调的普遍应用,带有新风功能的空调逐渐被认知和使用,这类空调对室内空气的调节起到了一定的左右,但是使用这类空调的缺点也逐渐显露出来,这类带有新风功能的空调新风量较小,需长时间工作,空调排风口处会出现大量细菌聚集繁殖,无法很好的实现室内、外的空气交换,大量的电量消耗引起能源的浪费,增加了使用成本。太阳能新风系统的出现很好的弥补了传统开窗自然通风和带新风功能空调通风所存在的多种问题,既实现了为室内提供新风,又达到了节

基金项目: 黑龙江省大学生创新创业训练计划项目(项目编号: 201710223044)

作者简介: 白广宇(1995.9-),男,本科,学生, E-mail: 942350272@qq.com

通讯作者: 庄卫东(1970.1-),男,博士,教授,硕导, E-mail: 81nd@163.com

收稿日期: 2018-05-15

能的目的。

1 系统方案

新风系统是根据在密闭的室内一侧用专用设备向室内送新风,再从另一侧由专用设备向室外排出,在室内会形成“新风流动场”的原理,从而满足室内新风换气的需要^[5]。实施方案是:采用低压头、小流量、小功率直流电机带动轴流风机、依靠机械强力由一侧向室内送风,由另一侧利用排风风机向室外排出空气的方式强迫在系统内形成新风流动场。采用二级过滤在送风的同时对进入室内的空气进行过滤。排风经过主机时与新风进行热回收交换,回收大部分能量通过新风送回室内。借用大范围形成洁净空间的方案,保证进入室内的空气是洁净的,以此达到净化室内空气环境的目的。

设计的新风系统中运用了多层平板逆流换热的方式来达到新风与回风热量交换的目的。利用太阳能光伏发电替换了传统的电力供应,为整个系统提供动力,实现了节能减排,低碳环保。

2 系统组成

本太阳能新风系统设计共分为三个部分,分别是太阳能供电系统,新排风换热系统,空气过滤系统。可以排出室内污浊空气引入新风,同时也可以把排风中的废热有效的回收利用起来。

2.1 太阳能供电系统

太阳能发电有太阳能光伏发电技术和太阳能光热发电技术,太阳能光伏发电是一种清洁能源利用技术,可以实现碳的零排放,也是一种可以实现大规模应用的能源,既可以用来独立发电又可以进行并网发电,又很适合在人均土地面积少、风能又相对不够充足的国家中开发和利用。设计采用了太阳能光伏发电技术,根据光生伏特效应,利用硅板捕捉太阳所发射的活性光子,形成光电子对,再由多个硅板并联,以提供相对较稳定的电压和电流^[6]。太阳能供电系统主要包括太阳能光伏电池板、蓄电池、太阳能充电供电控制器三部分组成。由于系统中所使用的风机为低压头、小流量、小功率直流电机,太阳能电池板所产生的直流电直接为电机提供动力。在系统中加装太阳能蓄电池用以储存太阳能电池板产生的额外电量,阴天或其它光照不足的情况出现时,可以用太阳能蓄电池继续作为电源

提供动力,在阳光充足的时候可以自行充电,转为由电池板直接供电。太阳能充电控制器可以保护蓄电池,防止过度充电现象的发生。

2.2 新排风换热系统

系统采用低压头、小流量 12V 直流电机带动轴流风机,依靠机械力向室内送风,排风风机向室外排风,形成新风流动场,从而不断的提供动力。新风换热系统由新风和排风两部分组成,新风风机连接新风管道,排风风机连接排风管道。新风风道与排风风道之间装有多层板式逆流换热装置,也作为每层风道之间的隔板,将两种风道内的空气分隔开,使风道内的空气不发生直接接触,既实现了将室内排风中的热量进行回收利用,又保证了新风空气不被排风空气污染。在设计中多层板式逆流换热装置由 5 层构成,从上往下依次,第 1、3、5 层为排风风道,第 2、4 层为新风风道。采用板式换热可增大换热(冷)面积,同时逆流换热可以大大提高换热效率,考虑到冬季室外温度较低,室外新风与设备表面接触时低于室内空气的露点温度会产生结露现象,所以将新风层放在中间,排风层放在最上和最下层。系统结构设计图如图 1 所示。

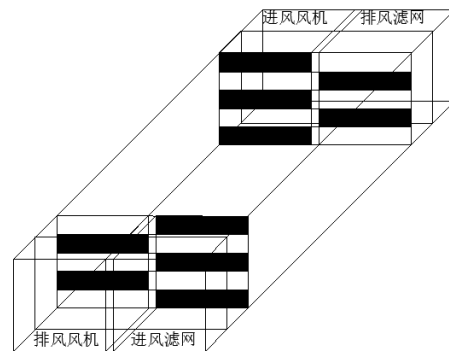


图 1 新排风换热结构设计

Fig.1 Design of heat transfer structure

太阳能新风系统的新风量计算有两种方法,分别为换气次数法和人均新风量计算法。每层风道间室外新风与室内排风通过平壁导热,通过平壁的传热系数 k 按公式 (1) 计算,热流量 Φ 按公式 (2) 计算^[7]。

$$k = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{h_2}} \quad (1)$$

$$\Phi = Ak\Delta t \quad (2)$$

式中, k 为传热系数, $W/(m^2 \cdot K)$; Φ 为热流量; A 为平板的面积, m^2 ; Δt 为平板两侧介质温度差, $^{\circ}C$; h_1 为排风风道内空气对流传热表面传热系数, $W/(m^2 \cdot K)$; δ 为平板厚度, mm ; λ 为平板导热系数, $W/(m \cdot K)$; h_2 为新风风道内空气对流传热表面传热系数, $W/(m^2 \cdot K)$ 。

2.3 空气过滤系统

在以往向室内通风是以室外空气是新鲜空气为前提的,但随着空气污染的不断加重,在向室内引入新风时,必须对新风进行过滤处理^[8]。室外空气污染物主要包括有粉尘、可吸入颗粒物、氮氧化物、 SO_2 、 CO 等,空气中 $PM_{2.5}$ 浓度不断升高,经常会出现 $PM_{2.5}$ 浓度超标,所以在系统中加装了空气过滤装置。由于大气污染物种类繁多,污染物微粒大小不同,空气过滤系统由初效过滤器和中效过滤器两部分组成。初效过滤器置于中效过滤器的前侧,做第 1 级过滤。初效空气过滤器适用于空调系统的初级过滤,主要用于过滤 $5\mu m$ 以上尘埃粒子,过滤材料是以折叠形式装入高强度模切硬纸板内,迎风面积增大,流入的空气尘埃粒子被过滤材料有效阻挡在褶与褶之间,洁净空气从另一面均匀流出,因此气流通过过滤器是平缓均匀的。初效过滤器的特点是价廉、重量轻、通用性好、结构紧凑。中效过滤器可以捕集 $1-5\mu m$ 的颗粒灰尘及各种悬浮物,在对空气净化洁净度要求不严格的场所,经中效空气过滤器处理后的空气可直接送至用户。其结构稳定,风量大阻力小容尘量高,可重复清洁使用。在初效过滤器与中效过滤器的共同作用下,系统过滤装置可以很好的过滤掉空气中的粉尘等有害颗粒物。

制作的太阳能新风系统实体模型见图 2 所示。



图 2 太阳能新风系统实体模型

Fig.2 Solid model of solar energy fresh air system

3 模拟分析

用 Fluent 计算流体力学软件模拟太阳能新风系统能直观的显示流场情况,如速度场、温度场、压力场等。利用 Fluent 软件来模拟太阳能新风系统运行时工作情况,可以达到改进和优化结构,提高性能的作用。图 3 是取的截面的空气速度矢量图,从图中可以看到有涡流出现,涡流会阻碍空气的流动,是导致噪音值升高的因素之一,需要对涡流进行控制,减小涡流的大小,以达到提高太阳能新风系统性能,减小噪音的目的。在运行中由于结构问题,可能会产生气流回流现象,回流现象会直接影响系统出口处的风量大小,图中显示只有在出口两个风机间隔的位置有少许空气出现回流现象,对系统的运行影响较小。

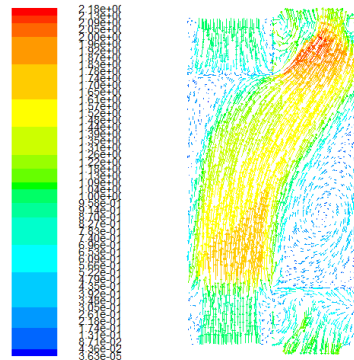


图 3 空气流速气体流场模拟 (m/s)

Fig.3 Flow field simulation of air flow velocity (m/s)

图 4 是取的新风与排风热交换温度场模拟图,新风与回风通过两个风道之间的隔板进行换热,排风风道中空气气流流过隔板表面时气流中的热量传到平板中,平板再将热量传递到新风风道的空气气流中。从图中可以看到气流流速越快,流量越大的区域温度变化越剧烈,随着气流流速降低,流量减小温度变化逐渐减缓。

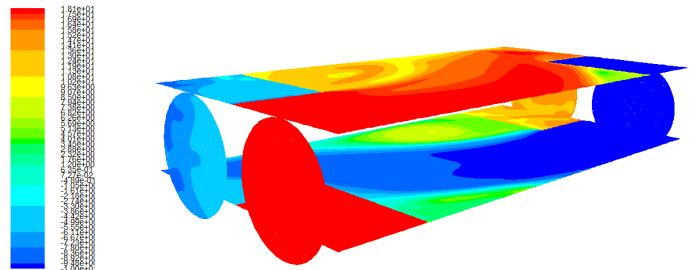


图 4 新风与排风热交换温度场模拟 ($^{\circ}C$)

Fig.4 Simulation of temperature field of heat exchange between fresh air and exhaust air ($^{\circ}C$)

4 总结

通过以上对太阳能新风系统的分析阐述可知,太阳能作为动力进行机械通风,减少了化石能源的使用,达到节能减排的目的,实现碳的零排放。结构简单的新风与排风的换热系统,有利于能量的节约,在提高生活质量、工作效率的同时也做到了节能环保。太阳能新风系统24小时小流量循环新鲜空气,更利于排风热量的回收利用。采用二级过滤,可有效去除雾霾天气时新风中的颗粒物,保证输入室内的空气始终处于一种新鲜、洁净的状态。整个设备较小,安装时可以放在吊顶,增大了房间的空间利用率。设计结构相对简单,拆卸方便,易于维护与维修,运行成本低,适合应用在住宅的通风换气中。

参考文献:

- [1] K W Mui, W T Chan. Building calibration for IAQ management[J]. Building and Environment, 2006, 41(7): 877-886.
- [2] 赵阳,鲍玲玲,赵旭,等.民用建筑室内综合评价方案设计[J].制冷与空调,2017,31(06):593-597.
- [3] 沈晋明,刘燕敏.空气净化与室内空气质量[J].制冷与空调,2015,15(10):66-71.
- [4] 于腾,胡晓微.几种常见室内空气污染物的来源及防治措施[J].绿色科技,2015,(6):204-205.
- [5] 柯水兰.新风系统设计[J].工艺与设备,2014,(1):214.
- [6] 杜士鹏,王存旭.太阳能光伏发电技术的发展前景[J].大众用电,2015,30(7):24.
- [7] 杨世铭,陶文铨.传热学[M].北京:高等教育出版社,2006:459-461.
- [8] 颜静,李振海.多效新风过滤装置评价体系探讨[J].建筑节能通风空调,2015,34(1):90-93.
- [9] 宁吉喆.中国统计年鉴[Z].<http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2017/indexch.htm>.
- [10] 清华大学建筑节能研究中心.中国建筑节能年度发展研究报告2018[M].北京:中国建筑工业出版社,2018:4.
- [11] 廖滢,武根峰,王碧玲等.北京某办公楼二次泵变流量空调系统诊断调试探讨[J].制冷与空调,2016,30(04): 406-412.
- [12] 蒋建志,何雪冰.供热管网大流量小温差的测试及结果分析[J].山西建筑,2007,33(33):186-187.
- [13] 马有江,肖建国,王植新.谈供暖系统大流量、小温差运行方式[J].区域供热,2014(5):78-82.
- [14] 潘云钢.二级泵水系统的设计与问题分析[J].暖通空调,2017,47(1):1-10.
- [15] 陆耀庆.实用供热空调设计手册(第2版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2008:1982.
- [16] 赵辛.变频控制技术在中央空调水系统中的应用[J].沈阳师范大学学报(自然科学版),2013,31(2):260-262.
- [17] 王杰.中国空气质量在线监测分析平台[Z].<https://www.aqistudy.cn/>.
- [18] 张再鹏,陈焰华,符永正.一次泵变流量系统的旁通方法研究[J].暖通空调,2009,39(6):51-55.

(上接第134页)

对于“大流量、小温差”缺乏详细系统性研究分析。经过对冬季、夏季运行模式的调查以及运行数据整理,证明该建筑群系统在冬夏工况下普遍存在“大流量、小温差”的情况。本文针对该建筑群的具体情况,找出导致上述现象的原因,并给予建议。最后总结经验,对既有公共建筑空调水系统节能研究也给出了建议,希望对以后的研究能够有所帮助。

参考文献:

- [1] 宁吉喆.中国统计年鉴[Z].<http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2017/indexch.htm>.
- [2] 清华大学建筑节能研究中心.中国建筑节能年度发展研究报告2018[M].北京:中国建筑工业出版社,2018:4.
- [3] 廖滢,武根峰,王碧玲等.北京某办公楼二次泵变流量空调